



**University of
Zurich**^{UZH}

**Zurich Open Repository and
Archive**

University of Zurich
University Library
Strickhofstrasse 39
CH-8057 Zurich
www.zora.uzh.ch

Year: 2012

Der Ökonom als Ingenieur

Goeree, Jacob K ; Mierendorff, Konrad

Posted at the Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich

ZORA URL: <https://doi.org/10.5167/uzh-74456>

Newspaper Article

Published Version

Originally published at:

Goeree, Jacob K; Mierendorff, Konrad. Der Ökonom als Ingenieur. In: Neue Zürcher Zeitung, 245, 12 October 2012, 31.

Der Ökonom als Ingenieur

Die Träger des diesjährigen Wirtschaftsnobelpreises verkörpern eine neue Art von Ökonomie. Von Jacob Goeree und Konrad Mierendorff

Ob bei der Zuteilung von Studienplätzen, der Suche nach einem Ehepartner oder bei der Vergabe von Mobilfunklizenzen: Auf das richtige Verfahren kommt es an. Der diesjährige Nobelpreis ehrt Pioniere des Markt-Designs, das solche Verfahren erforscht.

Der diesjährige Nobelpreis in Wirtschaftswissenschaften ist an die beiden Amerikaner Alvin E. Roth und Lloyd Shapley verliehen worden für ihre Arbeiten über Markt-Design und Matching-Märkte. Das Werk der beiden neuen Nobelpreisträger ist äusserst praxisrelevant. Seine Anwendung reicht von Heiratsmärkten über die Zuteilung von Studien- oder Arbeitsplätzen bis hin zur Vergabe von Spenderorganen. Shapley ist einer der Väter der Spieltheorie und hat seit den fünfziger Jahren wegweisende Beiträge zur modernen Wirtschaftstheorie geleistet. Roth hat auf Grundlage dieser Theorien Verfahren entwickelt, die die Organisation von Märkten verbessern. Seine Forschung ist wegweisend für eine ganze neue Generation von Ökonomen, die sich mit dem Design von Märkten beschäftigen.

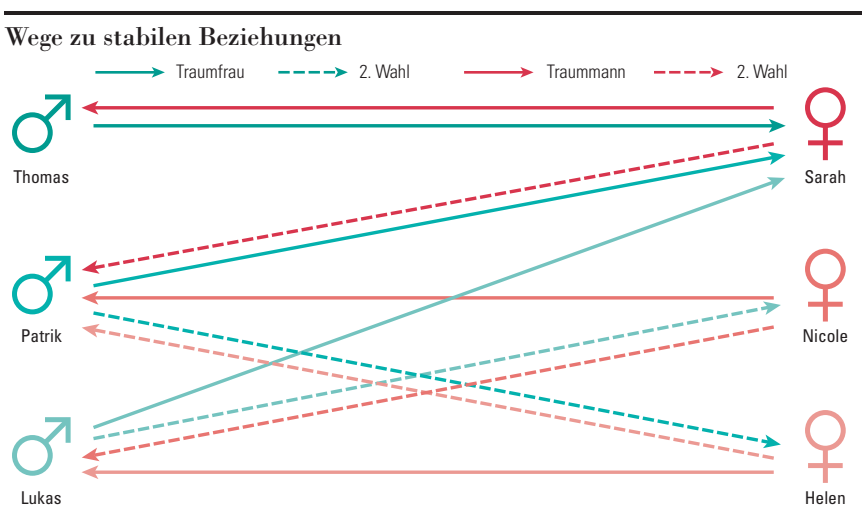
Märkte ohne Geld

Im Gegensatz zu den klassischen Märkten für Güter und Dienstleistungen, auf denen die Aktivitäten der wirtschaftlichen Akteure durch Preise koordiniert werden, befassen sich die diesjährigen Nobelpreisträger mit Märkten, auf denen Verteilungsfragen nicht durch finanzielle Anreize gelöst werden können oder sollen. Damit solche Märkte geordnet funktionieren, müssen effiziente Institutionen geschaffen werden. In vielen Ländern wird zum Beispiel die Vergabe von Studienplätzen oder die Aufnahme von Schülern an Schulen durch ein zentrales Vergabeverfahren gelöst. Dabei spielt der Geldbeutel der Eltern in der Regel keine Rolle. Stattdessen findet eine Zuteilung nach Leistung oder nach sozialen Kriterien statt. Auch auf dem «Heiratsmarkt» ist es unüblich, sich nach rein materiellen Kriterien für einen Partner zu entscheiden.

Gemeinsam mit dem 2008 verstorbenen Mathematiker und Ökonomen David Gale hat Shapley untersucht, wie sich Paare finden und heiraten. Welche Paare sich bilden, hängt von den Präferenzen der Männer und Frauen über die möglichen Partner ab. Grundlegend ist dabei die Annahme, dass niemand gezwungen wird, eine Partnerschaft mit einem inakzeptablen Partner einzugehen oder einen Antrag zugunsten eines schlechteren Partners abzuweisen. In einer Wirtschaft, in der alle Personen frei sind, gemeinsame Aktivitäten in ihrem eigenen Interesse zu verfolgen, ist diese Grundvoraussetzung erfüllt. Im Idealfall wird dadurch ein stabiler Zustand erreicht, in dem kein Akteur und keine Gruppe einen Grund hat, Aktivitäten und Kooperationen zugunsten anderer, ungenutzter Möglichkeiten oder Partnerschaften aufzugeben.

In einer 1962 publizierten Arbeit haben Gale und Shapley ein Verfahren beschrieben, mit dem sich stabile Paare auf einem «Heiratsmarkt» finden lassen – den Gale-Shapley-Algorithmus. Das Verfahren, welches grundlegend für die Organisation vieler Märkte ist, soll hier anhand des «Heiratsmarktes» in einem kleinen Dorf illustriert werden. Wir wollen annehmen, dass es drei Männer – Thomas, Patrik und Lukas – und drei Frauen – Sarah, Nicole und Helen – gibt. Grundsätzlich sind alle möglichen Partnerschaften für alle Personen akzeptabel, das heisst niemand würde einen möglichen Partner abweisen und lieber weiter Single bleiben. Trotzdem passen nicht alle Paare gleich gut zusammen. Die Präferenzen der Männer und Frauen sind in der Grafik dargestellt. Zum Beispiel ist Sarah Patriks Traumfrau, Helen ist seine zweitliebste Partnerin, und an dritter Stelle steht Nicole.

In der ersten Runde des Algorithmus machen die Männer jeweils einer Frau



In der ersten Runde des Algorithmus machen die Männer jeweils einer Frau einen Antrag. Da Sarah die Traumfrau aller drei Männer ist, bekommt sie drei Anträge, von denen sie Lukas und Patrik ablehnt. In der zweiten Runde sind nur noch Lukas und Patrik auf der Suche. Lukas macht nun seiner «zweiten Wahl» Nicole einen Antrag, und Patrik macht Helen einen Antrag. Sarah «behält» ihren Antrag von Thomas. Da jede Frau nun genau einen Antrag bekommen hat, wird kein Mann abgewiesen, und der Algorithmus endet. Sarah heiratet Thomas, Helen heiratet Patrik, und Nicole heiratet Lukas. Diese Ehen sind stabil, denn die Männer sind von allen Frauen abgewiesen worden, die sie lieber hätten als ihre Ehepartnerin. Das Verfahren lässt sich auch anwenden, wenn die Frauen die Anträge machen. Da alle Frauen unterschiedliche Traumänner haben, wird in dieser Variante bereits in der ersten Runde keine Frau abgewiesen. Der Algorithmus endet mit dem Ergebnis, dass jede Frau ihren Traummann heiratet.

QUELLE: GOEREE/MIERENDORFF

NZZ-INFOGRAFIK/tcf.

einen Antrag. Da Sarah die Traumfrau aller drei Männer ist, bekommt sie drei Anträge, von denen sie Lukas und Patrik ablehnt. In der zweiten Runde sind nur noch Lukas und Patrik auf der Suche. Lukas macht nun seiner «zweiten Wahl» Nicole einen Antrag, und Patrik macht Helen einen Antrag. Sarah «behält» ihren Antrag von Thomas. Da jede Frau nun genau einen Antrag bekommen hat, wird kein Mann abgewiesen, und der Algorithmus endet. Sarah heiratet Thomas, Helen heiratet Patrik, und Nicole heiratet Lukas. Diese Ehen sind stabil, denn die Männer sind von allen Frauen abgewiesen worden, die sie lieber hätten als ihre Ehepartnerin.

Das Verfahren lässt sich auch anwenden, wenn die Frauen die Anträge machen. Da alle Frauen unterschiedliche Traumänner haben, wird in dieser Variante bereits in der ersten Runde keine Frau abgewiesen. Der Algorithmus endet mit dem Ergebnis, dass jede Frau ihren Traummann heiratet. Interessanterweise sind sich alle Frauen einig, dass sie bessere Partner bekommen, wenn sie selbst die Anträge machen. Bei den Männern verhält es sich genau umgekehrt. Die aktive Seite ist also immer im Vorteil.

Von der Theorie zur Praxis

Gale und Shapleys Arbeit über stabile Zuteilungsverfahren ist ein sehr wichtiger theoretischer Beitrag und wurde zur Pflichtlektüre für Studenten der Wirtschaftswissenschaften. Die praktische Relevanz stand dabei zunächst weniger im Vordergrund. Gale und Shapley selbst bemerken am Schluss ihres Artikels: «Durch die besonderen Annahmen, die für die Analyse des Problems notwendig sind (...), haben wir jeglichen Realismus aufgegeben und sind in die Phantasiewelt der Mathematik eingetreten. Wir sind jedoch der Überzeugung, dass einige der hier vorgestellten Ideen nützliche Anwendungen finden könnten (...).» Die Hoffnung, dass ihre Ideen eines Tages praktischen Nutzen haben könnten, wurde erfüllt, als Alvin Roth in den frühen achtziger Jahren begann, die Entwicklung des Arbeitsmarktes für Assistenzärzte in den Vereinigten Staaten zu untersuchen.

Ein wichtiger Anteil des medizinischen Personals in Krankenhäusern in den USA besteht aus Assistenzärzten, die gerade ihr Medizinstudium abgeschlossen haben. Bis in die fünfziger Jahre war dieser Arbeitsmarkt im Wesentlichen dezentral organisiert, was zu grossen Ineffizienzen führte. Erstens bewirkte der Wettbewerb um die besten Absolventen, dass Krankenhäuser immer früher versuchten, ihre Assistenzarztstellen zu besetzen. Das ging so weit, dass sich Medizinstudenten bereits lange vor ihrem Studienabschluss auf eine Stelle in einem Krankenhaus festlegen mussten. Dadurch entging den Studenten die Möglichkeit, ihre im wei-

teren Studium erworbenen Qualifikationen zu nutzen, um ihre Bewerbungschancen zu erhöhen. Und sie konnten auch nicht im Laufe des Studiums herausfinden, welche Spezialisierung ihnen am meisten liegt. Auch kam es häufig vor, dass Absolventen Stellenangebote erst so spät ablehnten, dass die Krankenhäuser keine Möglichkeit mehr hatten, weitere Angebote zu machen. Diese Art der ineffizienten Verstopfung führte dazu, dass nicht alle Stellen rechtzeitig besetzt wurden.

Als Reaktion auf diese Probleme wurde in den frühen fünfziger Jahren eine zentrale Vergabestelle, das National Resident Matching Program (NRMP), ins Leben gerufen. Obwohl die Teilnahme von Ärzten und Krankenhäusern freiwillig war, wurden nach einiger Zeit so gut wie alle Assistenzarztstellen über das zentrale Verfahren vergeben. In einer Arbeit aus dem Jahr 1984 enthüllte Roth die Gründe für den Erfolg des Programms: Das verwendete Vergabeverfahren glich im Wesentlichen dem von Gale und Shapley beschriebenen Algorithmus. Die resultierende Zuteilung war stabil, so dass die Krankenhäuser keinen Anreiz mehr hatten, Studenten lange vor ihrem Abschluss von den besten medizinischen Fakultäten anzuwerben.

Durch eine steigende Zahl verheirateter Paare unter den Absolventen der medizinischen Fakultäten kam es zu Beginn der neunziger Jahre zu Problemen, da der bestehende Algorithmus nicht dafür ausgelegt war, Ehepaare gemeinsam zuzuteilen. Ehepaare umgingen die zentrale Vergabe und nahmen direkt mit Krankenhäusern Kontakt auf, um eine Stelle in der gleichen Region zu bekommen – ein Zeichen von Instabilität des Zuteilungsverfahrens. Ausserdem wurde kritisiert, dass die Krankenhäuser im Algorithmus die Angebote machten, wodurch sie eine vorteilhafte Position gegenüber den Studenten hatten. Aufgrund dieser Probleme wurde Roth 1995 vom NRMP beauftragt, einen Algorithmus zu entwickeln der «unter Berücksichtigung der besonderen Gegebenheiten des Marktes für Assistenzärzte ein stabiles, für die Absolventen

möglichst günstiges Ergebnis produziert». In dem neuen, von Roth gemeinsam mit Elliott Peranson entwickelten Algorithmus machten fortan die Absolventen die Angebote, und die Präferenzen von Ehepaaren wurden explizit berücksichtigt. Dieser Algorithmus wurde inzwischen auf vielen Märkten für Berufseinsteiger übernommen, und die Ergebnisse zeigen, dass er stabile Zuteilungen produziert, auch wenn verheiratete Paare am Markt teilnehmen.

Nicht (diese Art von) Ökonom

Beide Träger des diesjährigen Nobelpreises reagierten in bescheidener Weise auf die Preisverleihung. Auf den Nobelpreis in Wirtschaftswissenschaften angesprochen, antwortete Lloyd Shapley, eigentlich sei er ja gar kein Ökonom, sondern Mathematiker. Shapleys Beiträge waren jedoch wegweisend, insbesondere in der Spieltheorie, einer der grundlegenden Disziplinen der modernen Wirtschaftswissenschaften, mit Anwendungen in Politologie, Biologie, Informatik und Logik. Robert Aumann, der für seine Beiträge zur Spieltheorie bereits 2005 mit dem Nobelpreis ausgezeichnet wurde, bezeichnete Lloyd Shapley als «den grössten Spieltheoretiker aller Zeiten».

Als Alvin Roth von einem Stockholmer Reporter auf die Schuldenkrise in der EU angesprochen wurde, setzte er seinen neu gewonnenen Status als Nobelpreisträger nicht mit Allwissenheit gleich, sondern antwortete schlicht, er sei «nicht diese Art von Ökonom». Stattdessen erklärte Roth bereits 1999 in einer Vorlesung vor Vertretern seines Faches, dass er sich als Ingenieur verstehe. Bei der Neugestaltung des NRMP erkannte Roth, dass theoretische Analyse allein nicht ausreicht, um die Probleme des Marktes unter Berücksichtigung von Ehepaaren zu lösen. Aus diesem Grunde verwendete er Computersimulationen, um die Ergebnisse des neuen Algorithmus auszuwerten. In kontrollierten Laborexperimenten verglich er ausserdem den Gale-Shapley-Algorithmus mit instabilen, prioritätsbasierten Verfahren, um das Scheitern dieser Märkte besser zu verstehen. Die Kombination aus theoretischer Analyse, Laborexperimenten und Computersimulationen wurde seitdem bei der Gestaltung vieler Zuteilungsverfahren auf grossen Märkten verwendet. So war Roth beispielsweise an der Neuentwicklung des Zuteilungsverfahrens für Schulen in New York City im Jahr 2003 beteiligt. Ähnliche Algorithmen wurden in vielen Ballungsräumen in den USA übernommen.

Neue Disziplin Markt-Design

Inspiriert durch den ingenieurwissenschaftlich Ansatz zur Lösung ökonomischer Probleme hat sich eine neue Disziplin entwickelt. Markt-Design ist eine interdisziplinäre Wissenschaft, die Erkenntnisse aus Spieltheorie, experimenteller Wirtschaftsforschung, Informatik und Operations Research kombiniert, um zu verstehen wie (Markt-)Institutionen funktionieren und wie sie sich reparieren lassen, wenn sie versagen.

Beim Design von Märkten liegt der Teufel im Detail und es gibt in der Regel kein Universalrezept. Genauso wie die Entwicklung eines neuen Flugzeugs ne-

ben dem grundlegenden Bernoullischen Prinzip ein umfangreiches Detailwissen erfordert, verlangt die Entwicklung neuer Institutionen nach mehr als nur theoretischer Analyse. Und genauso wie ein Flugzeug erst zur kommerziellen Nutzung zugelassen wird, nachdem es umfangreiche Tests durchlaufen hat, sollten Vorschläge zur Verbesserung ökonomischer Institutionen gründlichen Tests durch Laborexperimente unterzogen werden, bevor sie umgesetzt werden. Dieser starke Bezug des Markt-Designs zur experimentellen Wirtschaftsforschung zeigt sich auch darin, dass der Nobelpreisträger Alvin Roth derzeit der Economic Science Association, der Vereinigung der experimentellen Ökonomen, als Präsident vorsteht.

Die Vergabe von Mobilfunklizenzen durch Auktionen anstelle eines bürokratischen Prozesses ist ein weiteres prominentes Beispiel für Markt-Design. Die erste Auktion dieser Art wurde 1994 von der amerikanischen Regierung durchgeführt. Federführend bei der Entwicklung dieser Auktion waren Paul Migrom und Robert Wilson, beide Kollegen von Alvin Roth an der Stanford University. Das Design wurde in der Folge von vielen anderen Regierungen übernommen und hat weltweit zu Einnahmen von über 100 Mrd. \$ geführt. Neuere Forschungsergebnisse haben gezeigt, dass bisherige Auktionsformate verbessert werden können, wenn Bieter die Möglichkeit haben, Gebote für Kombinationen von verschiedenen Lizenzen abzugeben. Der Co-Autor dieses Artikels, Jacob Goeree, hat beispielsweise die amerikanische Regierung beim Design der ersten kombinatorischen Auktion für Mobilfunklizenzen beraten. Sie hat 2008 einen Rekord-erlös von 19 Mrd. \$ erzielt.

Für stabilere Finanzmärkte

Mit dem diesjährigen Nobelpreis wird eine neue Forschungsrichtung mit grossem Entwicklungspotenzial ausgezeichnet. Es gibt unzählige Herausforderungen, bei denen die Methoden dieses jungen Gebietes Anwendung finden werden. So zum Beispiel in der Gestaltung von Emissionszertifikaten zur Verminderung von Treibhausgasen, der Entwicklung von Institutionen der direkten Demokratie oder beim Schutz natürlicher Ressourcen. Immer geht es um massgeschneiderte Lösungen, die spezifische Anforderungen berücksichtigen.

In gewisser Weise war Alvin Roth zu bescheiden, als er auf die Frage nach der Schuldenkrise antwortete, er sei «nicht diese Art von Ökonom». Denn die Entwicklung stabiler Finanzmärkte, welche exzessive Risiken und die daraus resultierende Belastung der Steuerzahler vermeiden, ist sehr wohl auch eine Frage des Markt-Designs.

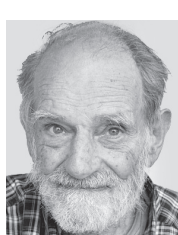
An der wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Universität Zürich wurde im Jahr 2010 mit Unterstützung des European Research Council und des Schweizerischen Nationalfonds das Zentrum für Engineering Social and Economic Institutions (ESEI) ins Leben gerufen. An ihm untersucht eine interdisziplinäre Forschungsgruppe im Grenzbereich zwischen Ökonomie, Informatik und Finanzwissenschaft die Funktionsweise existierender und neuer Institutionen und sucht nach praktischen Lösungen für grössere Stabilität auf den Finanzmärkten. Methodisch orientiert sich die Forschung an der von Alvin Roth vorgegebenen Richtung. Durch die Kombination von theoretischer Forschung, kontrollierten Laborexperimenten und Computersimulationen sollen Institutionen geschaffen werden, die nicht nur auf dem Papier, sondern auch in der Praxis effizient und zuverlässig arbeiten.

Jacob K. Goeree ist Professor am Volkswirtschaftlichen Institut der Universität Zürich, wo er das Zentrum für Engineering Social and Economic Institutions (ESEI) leitet. Goeree ist President-elect der Economic Science Association und gilt als einer der international führenden Wissenschaftler für Markt-Design.

Konrad Mierendorff ist Oberassistent am ESEI und Experte für Dynamic Mechanism Design.



Alvin E. Roth wurde 1951 in New York geboren. Er studierte Operations Research an der Columbia University in New York und promovierte an der Stanford University 1974. Nach Tätigkeiten als Professor an der Universität von Illinois und der Universität Pittsburgh wurde Roth 1998 Ökonomie-Professor an der Harvard University. Kurz vor der Verleihung des Nobelpreises wechselte er an die Stanford University.



Lloyd S. Shapley wurde 1923 in Cambridge, Massachusetts, geboren. Er studierte Mathematik an der Harvard University. Seine Promotion an der Princeton University schloss er 1953 ab. Anschliessend arbeitete er für die Rand Corporation, bevor er 1981 als Professor für Mathematik und Wirtschaftswissenschaften an die University of California in Los Angeles berufen wurde.